

CS-4 雲仙・普賢岳土石流堆積物の活用に向けた動的変形特性など土質力学的検討

長崎大学工学部 正会員 後藤恵之輔 正会員 山中 稔
 長崎大学大学院 学生員○富永 恵介 学生員 小川 鉄平

1. はじめに

長崎県島原半島のほぼ中央に位置する雲仙・普賢岳は、1990年11月17日に198年ぶりに火山活動を再開した。その噴火活動による火砕流及び土石流の影響で島原市に甚大な被害をもたらし、全国的な社会問題となった。1995年5月以来、噴火活動はほぼ停止状態ではあるが、水無川流域には大量の火山性土石流堆積物が堆積している。この土石流堆積物は、現在では徐々に各方面で資源として有効に活用されてきている。

本研究は、雲仙・普賢岳土石流堆積物を試料に用い、諸特性を求める試験として、①物理試験、②室内CBR試験、③圧密非排水($\bar{C}_u$)及び圧密排水(CD)三軸圧縮試験、及び④動的変形特性試験を行うことにより、路床材料や宅地造成盛土材等への有効利用に向けた土質力学的検討を行ったものである。

2. 普賢岳土石流堆積物の諸特性

(1) 粒度試験¹⁾

実験に用いた雲仙・普賢岳堆積物（以下、普賢岳堆積物と称する。）は、最大粒径を19mmとした。日本統一分類法により、SG-V(火山灰質土まじり礫質砂)に分類される。道路用材料としての適用判定表²⁾によれば、施工時に注意して用いるか土質安定処理等の対策を採用すれば、道路用材料としての適用が可能であると言える。

(2) CBR試験¹⁾

CBR試験は、締固め試験によって得られた最適含水比13.0%を用いて行った。表-1に、道路舗装における路床材の質と膨張量の大小との関係³⁾を示す。普賢岳堆積物の膨張比は0.02%であり、良好な路床材に該当する。

CBR値は、2.5mm貫入時は53.6%、5.0mm貫入時は65.2%であった。またこの値は、規定されている材料の品質基準³⁾によれば、下層路盤及び路床上部・下部の材料として適用可能であることが分かった。

(3) せん断特性⁴⁾

2mmふるい通過試料を用いて、現場堆積密度条件により供試体を作成し、圧密非排水($\bar{C}_u$)三軸圧縮試験及び圧密排水(CD)三軸圧縮試験を行った。

表-2に強度定数一覧を示す。供試体密度は $\rho_d=1.57\text{g/cm}^3$ と小さい値に関わらず、普賢岳堆積物は $\phi_d=40^\circ$ と比較的大きな値を呈した。

一方、鹿児島県桜島野尻川から採取した土石流堆積物についても、同じ供試体密度条件により $\bar{C}_u$ 試験を実施した。得られた強度定数を比較すれば、普賢岳堆積物の方が桜島堆積物より、 ϕ_d が 5° 以上大きな値を呈している。普賢岳堆積物の方が桜島より高いせん断強度を有しており、このことは普賢岳堆積物の土構造物材料への適用の優位性を示しているものと考えられる。

表-1 道路舗装における路床材の質と膨張量の大小の関係³⁾

路床の状態	膨張量(%)
良好な路床	1以下
通常な路床	3以下
不良な路床	3以上
腐植土	7~20

表-2 強度定数一覧

		普賢岳	桜島
$\bar{C}_u$	全 応力	C_{cu} ϕ_{cu}	20kPa 40.2°
	有効 応力	C' ϕ'	0 38.9°
			32.8°
CD		C_d ϕ_d	0 40.0°
			- -

3. 動的変形特性試験

(1) 試験方法

実験に用いた雲仙・普賢岳の火山成粗粒土試料は、2mmふるい通過分を用いた。供試体の湿潤密度条件は、 $\rho_t=1.69$ 、 1.73 及び 1.77 g/cm^3 の3条件とした。供試体作成には締固め法を用い、炭酸ガスを十分に通気させた後、脱気水を通水し、B値は95%以上になることを確認した。背圧98kPa、有効拘束圧98kPaにおいて圧密を行った後、周期0.5Hzで振幅一定の正弦波を、繰り返し10回載荷させた。なお、試験には、空圧式高速デジタルサーボ型動的三軸装置(テスコ(株)製)を用いた。

(2) 試験結果及び考察

図-1に、片振幅軸ひずみと等価ヤング率及び履歴減衰率の関係を示す。初期等価ヤング率は、 $\rho_t=1.69\text{ g/cm}^3$ 条件の場合127MPa、 $\rho_t=1.73\text{ g/cm}^3$ 条件の場合135MPa、 $\rho_t=1.77\text{ g/cm}^3$ 条件の場合162MPa、が得られた。供試体密度が高くなるにつれ初期等価ヤング率（黒印）は大きな値を示した。また、片振幅軸ひずみが 10^{-5} 付近から等価ヤング率の減少が見られ、片振幅軸ひずみ 10^{-5} 付近で弾性域、塑性域に分かれている。片振幅軸ひずみ 10^{-5} 以降、 $\rho_t=1.77\text{ g/cm}^3$ 条件が若干大きな等価ヤング率を示しているが、いずれの密度条件においても、ほぼ同じ挙動を示していると言える。一方、履歴減衰率（白抜き印）についても、片振幅軸ひずみが 10^{-5} 付近から上昇し始めていることが分かる。

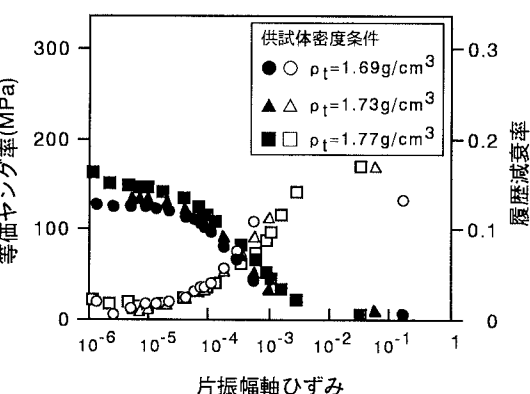


図-1 片振幅軸ひずみと等価ヤング率
及び履歴減衰率の関係

また、豊浦標準砂（間隙比 $e=0.69$ ）⁵⁾と普賢岳堆積物（ $\rho_t=1.69\text{ g/cm}^3$ 、 $e=0.65$ ）と比較すれば、初期等価ヤング率は普賢岳堆積物の方が約100MPa程度小さい値を呈し、当初の予想と反対の結果となった。これは細粒分含有率の影響等も考えられるため、今後、さらなる実験を行う必要がある。

4. まとめ

雲仙・普賢岳土石流堆積物の地盤材料としての有効利用を目的として、各種土質力学実験を実施した。今回得られた結果は、以下のようにまとめられる。

普賢岳堆積物は、水浸による膨張量が少なく、道路用材料の上・下層路床に使用可能であることが明らかとなった。また、 $\square$ 試験の結果から、普賢岳堆積物は比較的小さい供試体密度においても、大きな強度を発揮する。また、桜島野尻川の土石流堆積物より高いせん断強度を有していることから、普賢岳堆積物の方が土構造物材料への適用性をより有していることが明らかとなった。

動的変形特性については、普賢岳堆積物における供試体密度との関係を得ることができた。今後は、液状化特性に関しても実験を進めていき、さらなる利活用に向けた検討を行っていく予定である。

参考文献

- 1) 後藤・山中ら：火山性堆積物の有効利用に向けての物理試験、CBR試験および固化実験，火山工学シンポジウム発表論文集，pp.87-92，1994.7.
- 2) 日本道路協会：道路土工・施工方針，p.84，1986.
- 3) 土質工学会：土質試験の方法と解説，pp.219-231，1990.
- 4) K.Gotoh, M.Yamanaka and M.Abdelhadi：Shear Strength of the Volcanic Coarse-Grained Soil, Reports of the Faculty of Engineering, Nagasaki University, Vol.27, No.48, pp.81-87,1997.1
- 5) 地盤工学会：新規制定地盤工学基準・同解説，地盤工学会，pp.69-110，1996.7.